

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 2006 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07403642 **Image available**
OSCILLATORY WAVE DRIVE

PUB. NO.: 2002-272147 [JP 2002272147 A]
PUBLISHED: September 20, 2002 (20020920)
INVENTOR(s): ONO YUJI
 MAENO TAKASHI
 TAKEMURA KENJIROU
 KOJIMA NOBUYUKI
APPLICANT(s): CANON INC
APPL. NO.: 2001-068432 [JP 200168432]
FILED: March 12, 2001 (20010312)
INTL CLASS: H02N-002/00

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To materialize miniaturization of an oscillatory wave drive which performs driving with high degrees of freedom.

SOLUTION: Contact projections PC1 through PC4 are formed integrally in the approximate centers of four edges of a flat-plate vibrator 2. A projection PG with a magnet 5 for attracting a driven body in its center, and projections PE1 through PE4 are also molded in the center of, and at four corners of the vibrator 2, respectively. The vibrator 2, bonded with a piezoelectric element 3, is made an oscillator 1; the piezoelectric element 3 is driven, to excite three different original oscillation modes in the oscillator 1; by combining these three modes, it is possible to perform driving with high degrees of freedom for oscillations, such as triaxial rotation or biaxial and uniaxial rotation; and miniaturization of the drive is materialized by forming the oscillator 1 into a flat plate shape.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO
?

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-272147

(P2002-272147A)

(43) 公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

(51) Int.Cl.⁷

H02N 2/00

識別記号

FI

H02N 2/00

テーマコード(参考)

C 5H680

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願2001-68432(P2001-68432)

(22) 出願日 平成13年3月12日 (2001.3.12)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 大野 裕司

神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号

慶応義塾大学内

(72) 発明者 前野 隆司

神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号

慶応義塾大学内

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行 (外2名)

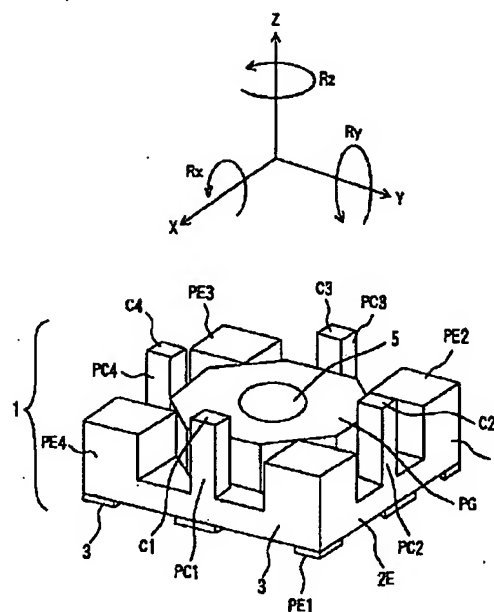
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動波駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 多自由度の駆動を行なう振動波駆動装置の小型化を実現する。

【解決手段】 平板形状の振動体2の4辺のほぼ中央に接触突起部PC1～PC4を一体に形成するとともに、中央部に被駆動体吸着用の磁石5を有する突起部PG、4隅に突起部PE1～PE4を形成し、振動体2に圧電素子3を接着固定したものを振動子1とし、圧電素子3を駆動して振動子1に3つの異なる固有振動モードを励起させ、これらを組み合わせることで直交する3軸回りの回転、あるいは2方向と1軸回りの回転など、多自由度の駆動が行なえる。振動子1を平板形状とすることで装置の小型化を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 板状に形成され平面部を有する振動体と、前記振動体に設けられ被駆動体と接触する接触突起部と、前記平面部に設けられ前記平面部の面外方向に振動する3つの異なる振動を励振する電気-機械エネルギー変換素子とを備える振動子と、前記振動体の接触突起部に加圧接触する被駆動体とを有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項2】 板状に形成され平面部を有する振動体と、前記振動体に設けられ被駆動体と接触する接触突起部と、前記平面部に設けられ、被駆動体を任意の3次元方向に移動させる運動を励起することができる電気-機械エネルギー変換素子とを備える振動子と、前記振動体の接触突起部に加圧接触する被駆動体とを有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項3】 面外方向に振動する3つの異なる振動の組み合わせにより、被駆動体を前記任意の3次元方向に移動させる運動を励起させることを特徴とする請求項2に記載の振動波駆動装置。

【請求項4】 板状に形成された振動体に、固有振動数が等しい面外方向に振動する3つの異なる振動を励振するための電気-機械エネルギー変換素子を設け、前記3つの異なる振動の合成により、被駆動体を任意の3次元方向に移動可能な運動を励起し、該励起された運動を拡大して被駆動体と接触する突起部を備えた振動子を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項5】 板状に形成された振動体に、固有振動数が等しい面外方向に振動する3つの異なる振動を励振するための電気-機械エネルギー変換素子を設け、前記3つの異なる振動の合成により、互いに直交する3軸方向に回転する円又は楕円運動を励起し、該励起された運動を拡大して被駆動体と接触する突起部を備えた振動子を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項6】 前記3つの異なる振動のうち2つの振動は、振動パターンが同一で位相がずれていることを特徴とする請求項1又は3から5のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項7】 前記2つの振動は、残る1つの振動とは振動パターンが異なることを特徴とする請求項6に記載の振動波駆動装置。

【請求項8】 前記2つの振動は、位相が90度ずれていることを特徴とする請求項6又は7に記載の振動波駆動装置。

【請求項9】 前記2つの振動は、同一の電気-機械エネルギー変換素子により励振されることを特徴とする請求項6から8のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項10】 前記2つの振動は、同一の電気-機械エネルギー変換素子に異なる位相の信号を与えることにより励振されることを特徴とする請求項9に記載の振動波駆動装置。

【請求項11】 前記振動体の前記接触突起部とは異なる位置に、前記接触突起部と異なる突起部を有することを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項12】 前記3つの異なる振動のうち特定の振動による振幅の大きな位置近傍に、前記接触突起部と異なる突起部を有することを特徴とする請求項1又は3から11のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項13】 前記振動体の前記接触突起部とは異なる位置に、前記平面部が厚み方向に曲げられることにより形成された突起部を有することを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項14】 前記3つの異なる振動のうち特定の振動による振幅の大きな位置近傍に、前記平面部が厚み方向に曲げられることにより形成された突起部を有することを特徴とする請求項1又は3から11のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項15】 前記特定の振動とは、前記突起部を設けないならば固有振動数が他の振動よりも大きくなる振動であることを特徴とする請求項12又は14に記載の振動波駆動装置。

【請求項16】 前記振動体の平面部は略正形状であることを特徴とする請求項1から15のいずれかに記載の振動波駆動装置。

【請求項17】 正方形の板状に形成された振動体に、固有振動数が等しい面外方向に振動する3つの異なる振動を励振するための電気-機械エネルギー変換素子を設け、前記3つの異なる振動の合成により、被駆動体を任意の3次元方向に移動可能な運動を励起し、該励起された運動を拡大して被駆動体と接触する突起部を振動体の各角部に備えた振動子を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【請求項18】 正方形の板状に形成された振動体に、固有振動数が等しい面外方向に振動する3つの異なる振動を励振するための電気-機械エネルギー変換素子を設け、前記3つの異なる振動の合成により、被駆動体を任意の3次元方向に移動可能な運動を励起し、該励起された運動を拡大して被駆動体と接触する突起部を振動体の各辺の略中央部に備えた振動子を有することを特徴とする振動波駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は超音波等の振動波により駆動力を得る振動波駆動装置に関するものであり、特に駆動方向の多自由度化及び小型化を目的とするものである。

【0002】

【従来技術】超音波等の振動波による振動波駆動装置で2自由度又は3自由度の駆動力を得るものが幾つか提案されている。例えば第1の例として、特開平11-220891号

公報に開示されるようにランジュバンタイプの振動子に長手軸方向の面内伸縮振動と、長手軸に対する2つの直交する面外曲げ振動の固有振動モードを励起して、これらを合成して任意の並進と回転駆動力を発生させる方法が提案されている。

【0003】また、第2の例として、特開平08-023686号公報に開示されるように平板タイプの振動子に2つの面内伸縮振動と、2つの面外曲げ振動の固有モードを励起して2自由度の駆動力を発生する方法が提案されている。この方法は、第1の面内伸縮振動と第3の面外曲げ振動の合成により第1の方向への並進駆動力を発生させ、第2の面内伸縮振動と第4の面外曲げ振動の合成により第2の方向への並進駆動力を発生させるものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】振動波駆動装置は小型化及び高機能化が求められているが、従来提案されている振動波駆動装置の例では下記の改善の余地が残されている。

【0005】第1の例の振動波駆動装置は、振動子がランジュバンタイプであり、長手軸方向の面内伸縮振動を発生させる必要がある。長手軸方向の寸法を短くするとそれだけ面内伸縮振動の周波数が高くなるため、実用的な周波数で抑えるために長手軸方向の寸法を短くする上での制約が生じている。

【0006】第2の例の振動波駆動装置は、振動子が板状であるので厚み方向の寸法の小型化は比較的容易であるが、面内の伸縮振動を発生させる必要があるため、振動の周波数を実用的な値に抑えるために板の長さ方向の寸法を短くする上での制約が生じている。また、この例では駆動力は2つの直交する軸の方向、つまり2自由度に限定しており、3自由度の駆動力を発生させるには至っていない。

【0007】即ち、多自由度（特に3次元）の駆動力を発生でき、かつ小型である振動波駆動装置の実現という点で改善の余地がある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本願の請求項1に記載の振動波駆動装置は、板状に形成され平面部を有する振動体と、前記振動体に設けられ被駆動体と接触する接触突起部と、前記平面部に設けられ前記平面部の面外方向に振動する3つの異なる振動を励振する電気-機械エネルギー変換素子とを備える振動子と、前記振動体の接触突起部に加圧接触する被駆動体とを有することを特徴とする。

【0009】同じく上記課題を解決するために、本願の請求項2に記載の振動波駆動装置は、板状に形成され平面部を有する振動体と、前記振動体に設けられ被駆動体と接触する接触突起部と、前記平面部に設けられ、被駆動体を任意の3次元方向に移動させる運動を励起することができ電気-機械エネルギー変換素子とを備える振

動子と、前記振動体の接触突起部に加圧接触する被駆動体とを有することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】（第1実施の形態）図1に本発明における第1実施の形態の振動子1の斜視図を、図2に第1実施の形態の振動子1に励振される固有振動モードの模式図を示す。図2中の矢印は各固有モードの相対的な位置変位を示す。

【0011】振動子1はリン青銅等の金属で形成した略正方板状に複数の突起が設けられた振動体2と、この振動体2に接着固定される電気-機械エネルギー変換素子としての圧電素子3より形成される。振動子1の略外周中央部の4箇所には、不図示の被駆動体と接触して駆動力を伝達するため接触突起部PC1~PC4が形成され、このPC1~PC4は被駆動体に駆動力を伝達する駆動点C1~C4を端面に有している。この駆動点C1~C4には表面酸化処理を施したSUS等の耐摩耗性を有する部材が接着等により一体化されている。また、振動子1の略外周角部の4箇所には突起部PE1~PE4が形成され、振動子1の略中央部には突起部PGが形成されている。更に振動体2の中央部には不図示の被駆動体を吸引加圧するための加圧磁石5が配置される。

【0012】振動子1はX軸及びY軸を中心軸として、それぞれ線対称な形状に形成されている。これは後述する重根モードの振動を発生させるためである。本実施の形態では、図2に示すように振動モードはMode# α 、Mode# βx 、Mode# βy であり、それぞれが振動子1のXY面外の変形を生じる固有振動モードである。重根モードの振動とは同一の波形パターンである振動であり、本実施の形態における重根モードの振動は図2のMode# βx とMode# βy の変位分布図に示してあるように、同一の面外振動の波形パターンが90度位相のずれた状態で重畳している状態である。圧電素子により励起された振動パターンというものは、振動子1の形状の影響を受けて変化してしまう。よって90度位相のずれた同一パターンの振動を発生するような駆動電流を圧電素子3に加えたとしても、振動子1自体の形状が不均一であれば、振動パターンは振動子1の形状の影響を受けてしまい振動パターンにずれが生じてしまう。よって90度位相のずれた同一パターンの振動を発生するような駆動電流を圧電素子3に加えたときに、振動子の形状によって互いの振動パターンにずれが生じないように、振動子1は90度位相のずれた軸を中心としてそれぞれ線対称な形状に形成されているのである。

【0013】また図2のMode# βx とMode# βy においては、同一の振動パターンを励振する圧電素子を90度位相がずれるように配置し、かつ振動子1の形状がX軸及びY軸を中心軸として、それぞれ線対称な形状に形成されていれば固有振動数は一致する。なお、本実施の形態ではMode# βx とMode# βy を励振させる圧電素子は共有して

いる。しかし図3のMode# α は同じく面外振動であるが振動パターンが異なるため、ほとんどの場合は固有振動周波数が一致しない。よってMode# α の固有振動周波数とMode# βx とMode# βy の固有振動周波数を一致させる必要が生じる。図3からわかるように本実施の形態では、Mode# βx とMode# βy における面外振動はMode# α における面外振動に比較して波長が短いため、固有振動周波数が高くなってしまふ。よってMode# βx とMode# βy の振動振幅の比較的大きな位置である略外周角部の4箇所、突起部PE1~PE4を形成して質量を増すことによりMode# βx とMode# βy の固有振動周波数を抑え、Mode# α の固有振動周波数と一致させている。また、これらの突起部PE1~PE4を形成することで、駆動点C1~C4の振動変位を拡大させることができる。

【0014】図3は振動体2の裏面に配置され、振動子1に固有振動モードMode# α 、Mode# βx 、Mode# βy を励振するための圧電阻止3-1~3-8の構成を示す。

【0015】図3において(+) (−)は各圧電素子3の分極方向を示している。端子A,B,C及びこれらと各圧電素子3を結ぶ線は駆動振動の印加端子と接続状態を模式的に示している。振動体2と接続するGはコモン電位とする。端子Aに交番信号を印加すればMode# α が励振される。端子Bと端子Cに互いに逆位相の交番信号を印加することでMode# βx が励振され、端子Bと端子Cに同位相の交番信号を印加することでMode# βy が励振される。重根モードの振動であるMode# βx とMode# βy は共通の圧電素子により励振されているのである。

【0016】図4に駆動点C1~C4における振動変位状態を示す。

【0017】図4(a)は振動子1と被駆動体との相対運動としてY軸回りの回転(図1のRy)あるいはX軸方向の並進運動を発生させる時の振動変位状態である。Mode# α を基準としてMode# βx が時間的に $\pi/4$ 遅れるように駆動信号を印加している。各駆動点C1~C4において振動変位は時間的に $t1 \rightarrow t2 \rightarrow t3 \rightarrow t4 \rightarrow t1$ への変化を繰り返す、XZ面内の円又は楕円運動を生じる。この円又は楕円運動により、駆動点C1~C4に加圧接触する被駆動体と振動子1は相対的な運動を生じる。

【0018】例えば図5に示すように被駆動体として球状の被駆動体4Sを選択し、振動子1を固定支持としたときには被駆動体4SはY軸回り(Ry)の回転運動を行う。また図6(a)に示すように被駆動体として平面状の被駆動体4Pを選択し、振動子1を固定支持としたときには被駆動体4PはX軸方向の並進運動を行う。

【0019】図4(b)は振動子1と被駆動体との相対運動としてX軸回りの回転(Rx)あるいはY軸方向の並進運動を発生させる時の振動変位状態である。Mode# α を基準としてMode# βy が時間的に $\pi/4$ 遅れるように駆動信号を印加している。Mode# α とMode# βx の場合と同様に、各駆動点C1~C4においてYZ面内の楕円運動を生じ

る。

【0020】図5に示すように被駆動体として球状の被駆動体4Sを選択し、振動子1を固定支持としたときには被駆動体4SはX軸まわり(Rx)の回転運動を行う。また図6(a)に示すように被駆動体として平面状の被駆動体4Pを選択し、振動子1を固定支持としたときには被駆動体4PはY軸方向の並進運動を行う。

【0021】図4(c)は振動子1と被駆動体との相対運動としてZ軸回り(Rz)の回転運動を発生させる時の振動変位状態である。Mode# βx を基準としてMode# βy が時間的に $\pi/4$ 遅れるように駆動信号を印加している。各駆動点C1~C4においてXY面内の楕円運動を生じる。

【0022】図5に示すように被駆動体として球状の被駆動体4Sを選択し、振動子1を固定支持としたときには被駆動体4SはZ軸回り(Rz)の回転運動を行う。また図6(a)に示すように被駆動体として平面状の被駆動体4Pを選択し、振動子1を固定支持としたときには被駆動体4Pは振動子1との間にZ軸回り(Rz)の相対的な回転運動を発生させることができる。

【0023】以上各軸方向あるいは各軸回りの運動を独立して説明したが、各固有振動モードの組み合わせにより任意方向の駆動力を発生させることが可能である。図6(b)に示すように被駆動体として楕円体状の被駆動体4Eを選択し、振動子1を固定支持とした時には被駆動体はX軸回り(Rx)及びY軸回り(Ry)、あるいはこれらを合成した任意方向への駆動力を発生させることができる。

【0024】また、図5の球状の被駆動体4SはCCDカメラであり、本実施の形態の振動波駆動装置をCCDカメラの位置出し機構への応用例を示している。球状の被駆動体4SにCCDカメラEが組み込まれており振動子1の発生する駆動力により任意の方向へCCDカメラEを向けることが可能である。

【0025】図7は本実施の形態における振動子1の他の構成を示している。(a)は平面図、(b)は(a)のAA線断面図、(c)は(a)のBB線断面図である。

【0026】振動子1を構成する振動体2は鉄系板材のプレス加工により形成されている。振動子1は振動体2と圧電素子3から構成されているのは前記した実施の形態と同様である。振動子1に励振する固有振動モードの形態も同様である。接触突起部PC1~PC4は先端に駆動点C1~C4を持ちZ方向に突出すると共に、側方にも突出する構成として駆動点C1~C4の変位拡大を実現している。突起部PE1~PE4も同様に、Z方向に突出すると共に側方にも突出する構成として、Mode# βx とMode# βy の振動振幅の比較的大きな位置である略外周角部の4箇所の質量を増すことにより駆動に用いる固有振動モードの周波数の一致を実現させている。

【0027】また、振動子1の形状はこれらに限定され

ない。本提案の効果を他の形状として、例えば図8 (a) (b) に示す振動板2及び振動子1のような形状でも良い。振動子1が励振する固有振動モードも上記のモードに限定されず、例えば図9に示す固有振動モードを用いることで同様の駆動を行うことができる。

【0028】(第2実施の形態) 図10に本発明における第2実施の形態の振動子1の斜視図を、図11に第2実施の形態の振動子1に励振される固有振動モードの模式図を示す。図11中の矢印は各固有モードの相対的な位変位を示す。

【0029】第1実施の形態と異なる点は、接触突起部PC1~PC4が振動子1の略外周角部の4箇所に形成され、突起部PE1~PE4が振動子1の略外周中央に形成されている点である。本実施の形態では図11に示すパターン振動を有する固有振動モードが発生するので、この固有振動モードを効率よく励振できるような形状に形成されている。すなわち、振動子1はX軸及びY軸を中心軸としてそれぞれ線対称な形状に形成されており、Mode# β xとMode# β yの固有振動数を抑えてMode# α の固有振動数と一致させるために、Mode# β xとMode# β yの振動振幅の比較的大きな位置である略外周中央部の4箇所に、突起部PE1~PE4を形成して質量を増している。

【0030】図12は振動体2の裏面に配置され、振動子1に固有振動モードMode# α 、Mode# β x、Mode# β yを励振するための圧電阻止3-1~3-8の構成を示す。

【0031】図12において、(+) (−) は各圧電素子3の分極方向を示している。端子A、B、C及びこれらと書く圧電素子3を結ぶ線は駆動振動の印加端子と接続状態を模式的に示している。振動体2と接続するGはコモン電位とする。端子Aに交番信号を印加すればMode# α が励振され、端子Bと端子Cに互いに逆位相の交番信号を印加することでMode# β xが励振され、端子Bと端子Cに同位相の交番信号を印加することでMode# β yが励振される。本実施の形態でも、重根モードの振動であるMode# β xとMode# β yは共通の圧電素子により励振されている。その他の構成は第1実施の形態と同様である。

【0032】本実施の形態は固有振動モードの振動パターンが第1実施の形態と異なるだけで、駆動原理は同じである。

【0033】Mode# α を基準としてMode# β xが時間的に $\pi/4$ 遅れるように駆動信号を印加すれば、振動子1と被駆動体との相対運動としてY軸回りの回転(Ry)あるいはX軸方向の並進運動が発生し、Mode# α を基準としてMode# β yが時間的に $\pi/4$ 遅れるように駆動信号を印加すれ

ば、振動子1と被駆動体との相対運動としてX軸回りの回転(Rx)あるいはY軸方向の並進運動が発生する。また、Mode# β xを基準としてMode# β yが時間的に $\pi/4$ 遅れるように駆動信号を印加すれば、振動子1と被駆動体との相対運動としてZ軸回り(Rz)の回転運動が発生する。

【0034】以上第1、第2実施の形態をあげて説明してきたが、振動子1が励振する固有振動モードは上記モードに限定されず、重根モードを含む3種のXY面外振動であり、固有振動モードの周波数が一致すればよい。

【0035】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、複数の振動モードを励振し、これらを合成することで任意の方向、例えば直交する3軸周りの回転や、直交する2方向の並進と1軸周りの回転駆動など、3次元に多彩なパターンの駆動が可能な高機能で、しかも小型である駆動装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態での振動子の斜視図

【図2】図1で示した振動子に励起される固有振動モードの模式図

【図3】図1で示した振動子の圧電素子の配置と接続状態を示す図

【図4】図1で示した振動子における駆動点の挙動を示す図

【図5】図1で示した振動子を用いた振動波駆動装置の形態例を示す図

【図6】図1で示した振動子を用いた振動波駆動装置の他の形態例を示す図

【図7】第1の実施の形態での振動子の他の構成を示す図

【図8】第1の実施の形態でのさらに他の構成を示す図

【図9】第1の実施の形態での振動子に励起される他の固有振動モードの模式図

【図10】第2の実施の形態での振動子の斜視図

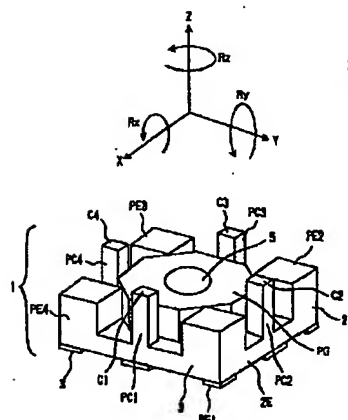
【図11】図10で示した振動子に励起される固有振動モードの模式図

【図12】図10で示した振動子の圧電素子の配置と接続状態を示す図

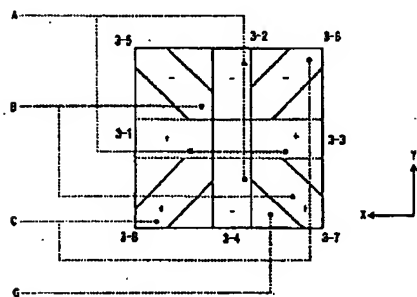
【符号の説明】

- 1 振動子
- 2 振動体
- 3 圧電素子
- 4 被駆動体
- 5 加圧磁石

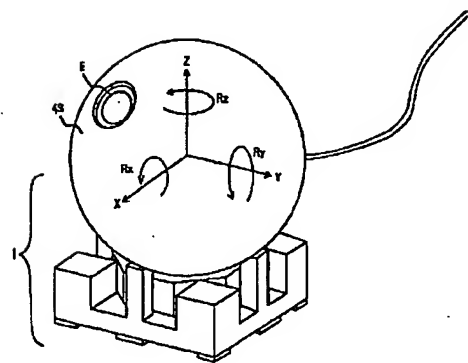
【図1】



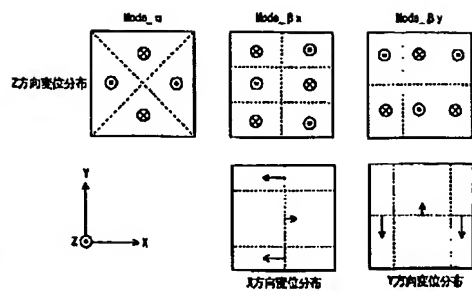
【図3】



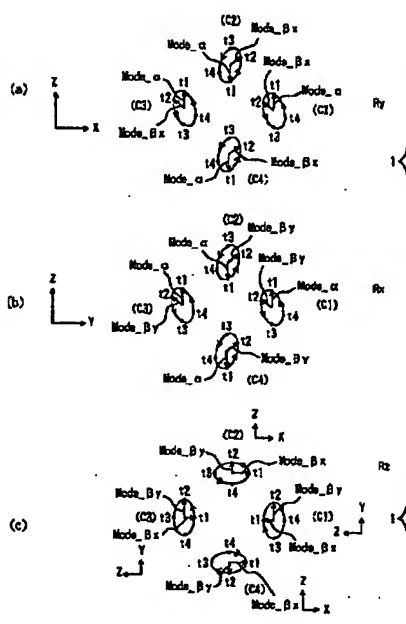
【図5】



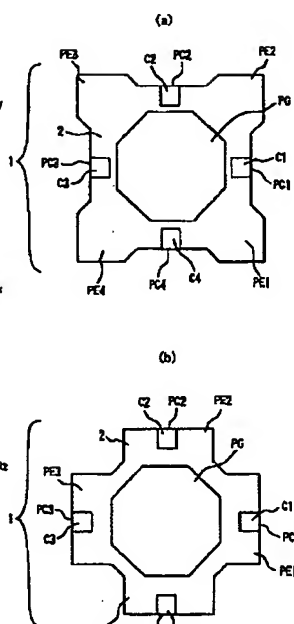
【図2】



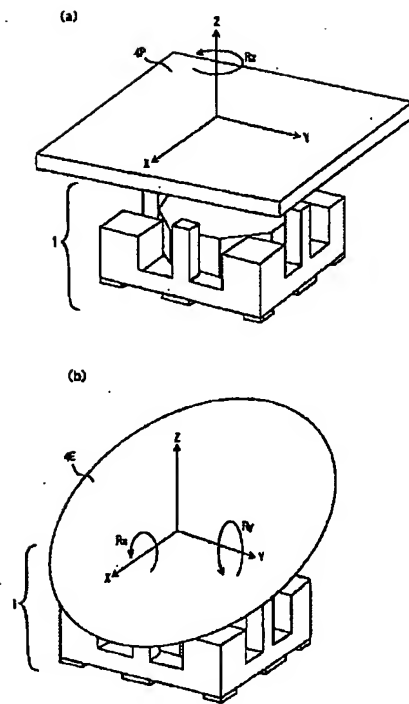
【図4】



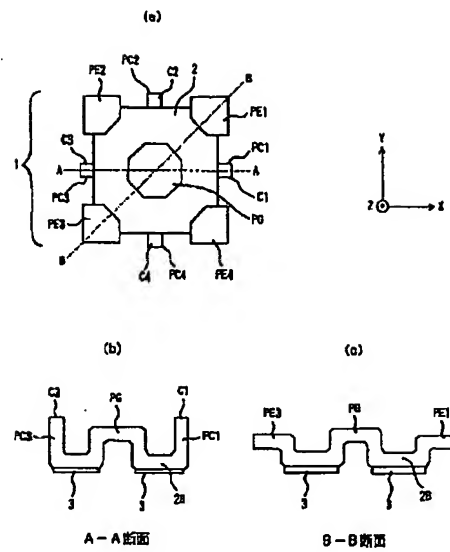
【図8】



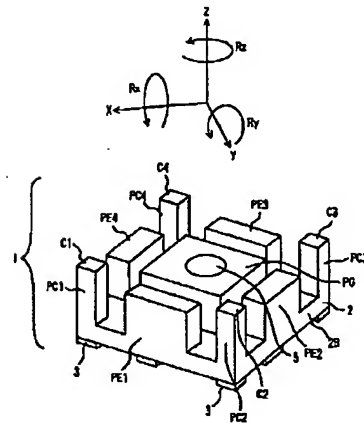
【図6】



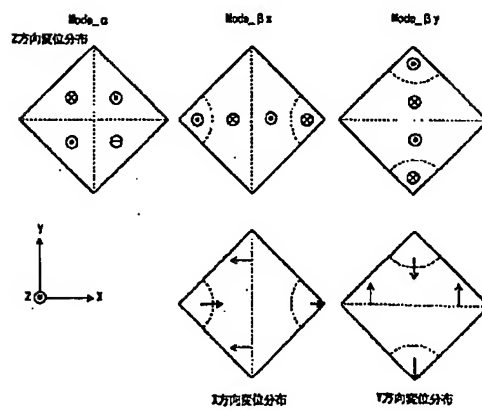
【図7】



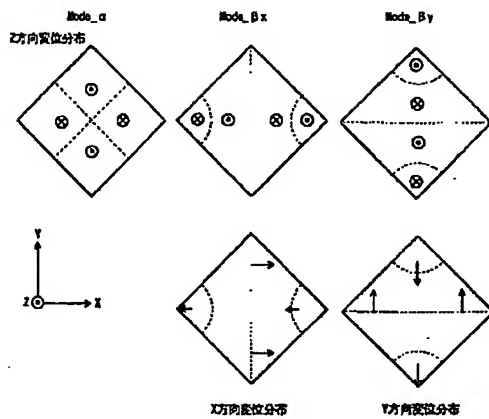
【図10】



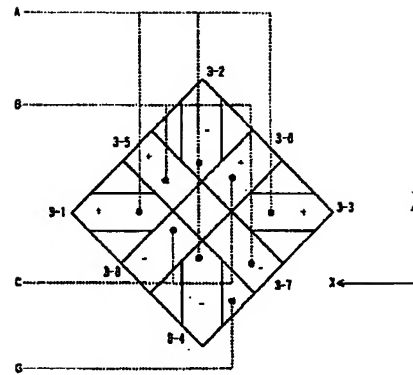
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 竹村 研治郎
神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号
慶応義塾大学内

(72)発明者 小島 信行
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャ
ノン株式会社内

Fターム(参考) 5H680 AA00 AA19 BC01 CC02 DD01
DD23 DD53 DD55 DD82 DD92
FF08 FF13 FF33 GG23 GG27